

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ИЗНОШЕННОСТИ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ СЕРДЕЧНИКА СТАТОРА К КОРПУСУ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

А.В. СТРОКОУС¹, В.В. ШЕВЧЕНКО^{2*}, А.Н. МИНКО³

¹ аспірант кафедри електричних машин, НТУ «ХП», Харків, УКРАЇНА

² проф. кафедри електричних машин, НТУ «ХП», канд. техн. наук, Харків, УКРАЇНА

³ інженер, ЧНПФ «Анкор-Теплоенерго», канд. техн. наук, Харків, УКРАЇНА

*e-mail: zurbagan8454@gmail.com

Эксплуатационное состояние турбогенератора (ТГ) во многом определяется техническим состоянием статора, потеря работоспособности которого требует дорогостоящего ремонта, а в отдельных случаях и замены всего статора, [1].

Поэтому целью работы стало определение наиболее распространенных повреждений при износе сердечников статоров ТГ, появления дефектов крепления их узлов и установление причин ухудшения механико-вибрационного состояния.

Сбор данных о повреждениях и износе элементов конструкций статоров ТГ мощностью 200 и 300 МВт (изготовители ГП завод «Электротяжмаш», г. Харьков и ПАО «Силовые машины», г. С.-Петербург) был сделан по данным: для ТГВ-300, установленных на Запорожской, Зуевской, Угледорской, Ладжинской, Новочеркасской ТЭС и на Ставропольской ГРЭС; для ТГВ-200 – на Луганской, Череповецкой и Заинской ГРЭС; для ТВВ-200-2 – на Беловской, Томь-Усинской и Щекинской ГРЭС, [2]. В результате анализа данных проведения ремонтных и восстановительных работ было установлено, что наиболее распространенными повреждениями являются:

- ослабление давления запрессовки, коррозионное разрушение активной стали и разрушение зубцов крайних пакетов активной стали сердечников;
- замыкание сегментов сердечника статора и возникновение очагов локального перегрева;
- повреждения системы подвески сердечника статора в корпусе;
- электрическая эрозия неактивных частей конструкции статора.

Причиной вышеизложенных дефектов являются электромагнитные нагрузки при ненормальных режимах работы ТГ (т.е. работа с нагрузкой 30, 50, 70 % от номинальной), [3], которые приводят к ухудшению механико-вибрационного состояния узлов крепления сердечника статора к корпусу ТГ.

В качестве численного критерия определения степени изношенности подвески статора предлагается использовать показатель удельного механического усилия, возникающего в пружине от вибраций сердечника с амплитудой A_c :

$$f_{\text{мех}} = \frac{2n_{\text{уз}} \cdot E \cdot b_{\text{уз}} \cdot h_{\text{уз}}^3 \cdot A_c}{l_n \cdot \left(\frac{l_0}{2}\right)^3}, \quad (1)$$

где, $n_{\text{уз}}$ – количество упругих элементов в подвеске; E – модуль упругости материала, МПа; $b_{\text{уз}}$ и $h_{\text{уз}}$ – ширина и толщина упругого элемента, м; l_n – длина пластины (призмы), м; l_0 – длина упругой части пластины, м.

При этом для ТГ серии ТГВ под упругим элементом понимается внутренняя тангенциальная подвеска (пластина), а для ТГ серии ТВВ – стяжная призма с подпольными прорезами в ней (рис. 1).



Рис. 1 – Эластичный узел крепления сердечника статора к корпусу:
а – внутренняя подвеска ТГ типа ТГВ; б – упругая стяжная призма ТГ типа ТВВ

В качестве численного критерия определения усталости стяжных призм ТГ предлагается использовать мгновенное значение тока в призме:

$$f_{\text{нр}} = \frac{2\pi \cdot f \cdot A_z \cdot l_\delta}{|Z_k|} \cdot \cos(p \cdot \Theta + \Theta_0 - \psi), \quad (2)$$

где, f – частота тока в сети, Гц; A_z – амплитуда значения векторного потенциала; l_δ – расчетная длина сердечника статора, м; Z_k – комплексное сопротивление контура стяжных призм; p – число пар полюсов; θ_0 – начальная фаза векторного потенциала; $\psi = \arctg(X_k/R_k)$ – аргумент комплексного сопротивления контура стяжных призм. Предложенные критерии (1) и (2) для определения степени изношенности узлов крепления сердечника статора к корпусу могут быть дополнены и другими критериями для каждого отдельного типа генератора, с учетом режимов его работы, конструкции и принципа работы системы подвески статора.

Список литературы:

1. Шевченко, В.В. Прогнозирование востребованности разных типов генераторов с учетом развития электроэнергетики / В.В. Шевченко, А.В. Строкоус // V Международная НТК «Проблемы современной энергетики и автоматики в системе природопользования, (теория, практика, история, образование)», г. Киев, 14-18 ноября 2016 г. – 2016. – С. 115-117.
2. Строкоус, А.В. Способы оценки состояния турбогенераторов, которые отработали срок эксплуатации / А.В. Строкоус, В.В. Шевченко // 11-та Міжнар. НПК магістрантів та аспірантів, 18-21 квітня 2017 р. Ч. 2. / ред. Є.І. Сокол. – Харків: НТУ "ХПІ", 2017. – С. 72-73.
3. Шевченко, В.В. Оценка технического состояния турбогенераторов ТЭС и АЭС при их работе в ненормальных режимах / В.В. Шевченко, А.В. Строкоус // Международный Симпозиум «Проблемы усовершенствования электрических машин и аппаратов. Теория и практика» SIEMA-2015, 23-24.10.2015 р.